

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
29. April 2004 (29.04.2004)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/035478 A2

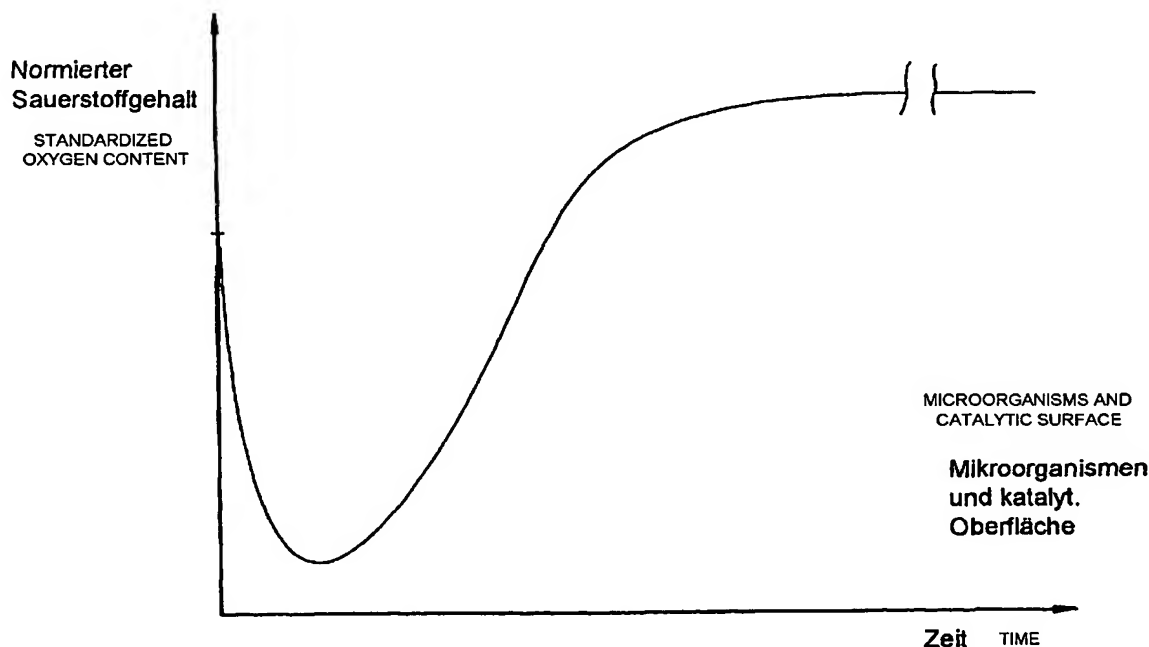
- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: C02F
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2003/003460
(22) Internationales Anmeldedatum:
16. Oktober 2003 (16.10.2003)
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:
102 48 315.9 16. Oktober 2002 (16.10.2002) DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): UMWELTECHNIK GEORG FRITZMEIER GMBH & CO. [DE/DE]; Forststr. 2, 85655 Grosshelfendorf (DE).
(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): UPHOFF, Christian [DE/DE]; Kampenwandstrasse 100, 83229 Aschau (DE).

- (74) Anwalt: WINTER BRANDL FÜRNISS HÜBNER RÖSS KAISER POLTE-PARTNERSCHAFT-; Patent- und Rechtsanwaltskanzlei, Bavariaring 10, 80336 München (DE).
(81) Bestimmungsstaaten (national): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.
(84) Bestimmungsstaaten (regional): ARIPO-Patent (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches Patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI-Patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: WATER PURIFICATION BY MEANS OF CATALYTIC SURFACES AND MICROORGANISMS

(54) Bezeichnung: WASSERREINIGUNG MIT KATALYTISCHEN OBERFLÄCHEN UND MIKROORGANISMEN



(57) Abstract: Disclosed is a method for purifying water, according to which a solution containing a portion of a microbiotic mixed culture is added to the water in a catalytically active environment. Said method can be used in an effective manner for purifying waste water and waters in public and private installations.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Es wird ein Verfahren zur Reinigung von Wasser beschrieben, wobei dem Wasser in einer katalytisch wirkenden Umgebung eine Lösung zugegeben wird, die einen Anteil einer mikrobiotischen Mischkultur enthält. Dieses Verfahren ist effektiv einsetzbar zur Reinigung von Abwässern sowie Gewässern in öffentlichen und privaten Einrichtungen.

Beschreibung

Wasserreinigung mit katalytischen Oberflächen und Mikroorganismen

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung von Wasser sowie die Anwendung dieses Verfahrens.

Die Reinigung von Wasser ist von eminenter Bedeutung. So sind beispielsweise täglich Unmengen von Abwässern zu reinigen, die aus der Industrie und den Haushalten in die kommunalen Kanalsysteme gelangen. Diese Abwässer sind in der Regel stark mit toxischen Substanzen und beispielsweise oberflächenaktiven Stoffen kontaminiert.

So sind auch in großem Ausmaß sogenannte stehende Gewässer zu reinigen. Neben den aus der Umwelt stammenden Verunreinigungen verschmutzen diese Gewässer insbesondere durch Algenwachstum.

Als Beispiele können hier gestaute Wasser in Schwimmbädern und privaten Haushalten genannt werden.

Bisher hat man durch den Einsatz verschiedenster Chemikalien das Problem der Wasser-/Abwasserreinigung gelöst. Es ist allerdings bekannt, dass die herkömmlich verwendeten Chemikalien, wie beispielsweise Chlor und Chlorverbindungen, für den Menschen gesundheitsschädlich sind, insbesondere dann, wenn das gereinigte Wasser wieder verwendet wird.

Aus dieser Situation heraus stellt sich die Aufgabe, ein Verfahren zu entwickeln, das gänzlich ohne Chemikalien und ohne aufwändigen apparativen Aufbau auskommt. Es sollte weiterhin so ausgestaltet sein, dass

nicht nur Fachleute auf dem Gebiet der Wasserreinigung dieses Verfahren anwenden können, sondern auch die Personen, die im häuslichen Gebrauch eine Wasserreinigung, sei es im Haus oder im Garten, wünschen.

5

Diese Aufgabe ist mit dem erfindungsgemäßen Verfahren nach Patentanspruch 1 gelöst worden.

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Reinigung
10 von Wasser, wobei dem Wasser in einer katalytisch wirkenden Umgebung eine Lösung, die einen Anteil einer mikrobiotischen Mischkultur enthält, zugegeben wird.

Die Unteransprüche betreffen bevorzugte
15 Ausführungsformen des erfindungsgemäßen Verfahrens.

Die Aufgabe wird ebenfalls durch Anwendungen des erfindungsgemäßen Verfahrens nach den Patentansprüchen 11 und 13 gelöst.

20

Demzufolge wird das erfindungsgemäße Verfahren zur Reinigung von Abwässern sowie zur Reinigung von Gewässern in öffentlichen und privaten Einrichtungen angewendet.

Die Unteransprüche betreffen bevorzugte
25 Ausführungsformen der erfindungsgemäßen Anwendung.

Die Erfindung und mögliche Ausführungsformen werden im folgenden beschrieben, wobei die vorteilhafte Wirkung
30 des erfindungsgemäßen Verfahrens anhand eines Diagramms erläutert wird.

Es hat sich überraschenderweise herausgestellt, dass mit Schadstoffen beladenes Wasser effektiv,
35 umweltschonend und für den Menschen ungefährlich gereinigt werden kann, wenn diesem Wasser in einer

katalytisch wirkenden Umgebung eine Lösung zugegeben wird, die einen Anteil einer mikrobiotischen Mischkultur enthält. Es ist unerwartet festgestellt worden, dass, wenn man dem belasteten Wasser die Lösung mit der mikrobiotischen Mischkultur zugibt, an der Grenzfläche zwischen der katalytisch wirkenden Umgebung und dem belasteten Wasser bereits nach wenigen Minuten unter Bildung von Sauerstoff eine deutliche Klärung des belasteten Wassers eintritt.

10

So ist auch in Untersuchungen des mit dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelten, mit Schadstoffen belasteten Wassers gezeigt worden, dass sich der Sauerstoffgehalt unter Reduktion des Stickstoffgehalts im Wasser erhöht. Dieses ist ein Indiz dafür, dass das behandelte Wasser unter erheblicher Herabsetzung des Schadstoffgehalts mit Sauerstoff angereichert wird und somit einem Reinigungsprozess unterworfen worden ist. So haben Versuche bei der Behandlung von Belebtschlamm ergeben, dass die Toxizität bereits nach einem Tag abgesunken ist und später dann absolut gegen Null geht.

15

20

In der Praxis hat sich erwiesen, die katalytisch wirkende Umgebung so zu gestalten, dass sie von katalytisch wirkenden Oberflächen verursacht wird. Im Prinzip kann hier jede katalytisch wirkende Oberfläche als katalytisch wirksame Umgebung dienen, allerdings unter der Voraussetzung, dass das zu reinigende Wasser und die Mikroorganismen damit in Kontakt geraten.

25

30

Beispielsweise kann als katalytisch wirkende Oberfläche eine Keramik- oder Polymeroberfläche verwendet werden, die mit Katalysatorsubstanzen dotiert ist. Beispiele für Katalysatorsubstanzen sind organische und/oder anorganische Katalysatorverbindungen.

35

In einer besonderen Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens wird eine Keramikoberfläche verwendet, die Titandioxid (TiO_2) oder Indium Zinnoxid enthält. Praktischerweise kann eine solche
5 Keramikoberfläche eine handelsübliche Fliese sein. So hat sich herausgestellt, dass das erfindungsgemäße Verfahren beispielsweise vorteilhaft bei der Reinigung von Schwimmbadwasser eingesetzt werden kann. Es ist auch möglich, Fassadenfliesen mit dem erfindungsgemäßen
10 Verfahren zu reinigen. Die Verwendung derartiger Materialien zur Abwasserreinigung ist aus der DE 199 13 011 A1 bekannt.

Das erfindungsgemäße Verfahren wird weiterhin unter
15 Verwendung einer Lösung, die einen Anteil einer mikrobiotischen Mischkultur enthält, durchgeführt. Bei einem besonders bevorzugten Ausführungsbeispiel enthält die Mischkultur photosynthetisch arbeitende Mikroorganismen und Leuchtbakterien in einer
20 mikrobiologischen Lösung.

Hinsichtlich der Zusammensetzung der mikrobiotischen Mischkultur wird auf die ältere Patentanmeldung DE 100 62 812 der Anmelderin verwiesen, deren Inhalt zur
25 Offenbarung der vorliegenden Patentanmeldung zu zählen ist.

Die photosynthetisch arbeitenden Mikroorganismen und die Leuchtbakterien sind als System zu betrachten. Das
30 Wechselspiel zwischen dem photosynthetisch arbeitenden Mikroorganismen und den Leuchtbakterien führt dazu, dass die photosynthetisch arbeitenden Mikroorganismen durch das von den Leuchtbakterien emittierte Licht zur Photosynthese angeregt werden. Die Mikroorganismen
35 betreiben die Photosynthese mit Schwefelwasserstoff und Wasser und setzen Schwefel bzw. Sauerstoff frei. Ferner

können sie Stickstoff sowie Phosphat binden und organische wie anorganische Materie abbauen.

5 Bevorzugt werden bei dem erfindungsgemäßen Verfahren photosynthetisch arbeitende Mikroorganismen verwendet, die fakultativ phototroph sind. Phototroph fakultativ bedeutet, dass die Mikroorganismen sowohl unter anaeroben Bedingungen im Licht als auch unter aeroben Bedingungen im Dunklen wachsen können.

10

Zu den Photosynthesebakterien gehören gramnegative aerobe stabförmige und kreisförmige Bakterien sowie grampositive kreisförmige Bakterien. Diese können Endosporen aufweisen oder ohne Sporen vorhanden sein.
15 Dazu zählen beispielsweise auch grampositive Aktinomyceten und verwandte Bakterien.

In diesem Zusammenhang können auch stickstoffbindende Organismen genannt werden. Dazu gehören beispielsweise
20 Algen, wie Anabena Nostoc in Symbiose mit Azola. Des weiteren können Aktinomyceten, z. B. Frankia in Symbiose mit Erlen und Bakterien, wie Rhizobium in Symbiose mit Leguminosen, erwähnt werden.

25 Außerdem können auch aerobe Algen, Azotobacter, methanoxidierende Bakterien und Schwefelbakterien verwendet werden. Dazu zählen auch grüne Schwefelbakterien und braungrüne Photosynthesebakterien. Hier können auch nicht violette Schwefelbakterien und
30 violette Schwefelbakterien genannt werden.

Es ist bevorzugt, dass in der erfindungsgemäß verwendeten mikrobiologischen Zusammensetzung als
35 fakultativ phototrophe Mikroorganismen Prochlorophyten, Cyanobakterien, grüne Schwefelbakterien, Purpurbakterien, Chloroflexusähnliche Formen und Heliobakterium und

Heliobacillusähnliche Formen enthalten sind. Die vorgenannten fakultativ phototrophen Mikroorganismen können auch als Mischungen aus zwei oder mehr davon vorliegen. In einer ganz besonderen Ausführungsform
5 liegen alle sechs genannten Mikroorganismen als Mischung vor.

Das Licht, das die Photosynthese antreibt, stammt von den Leuchtbakterien, die als zweite essentielle
10 Komponente in der im erfindungsgemäßen Verfahren verwendeten mikrobiologischen Zusammensetzung enthalten sind. Diese Leuchtbakterien besitzen eine Leuchtkraft, d. h. sie sind in der Lage, Lichtquanten auszusenden. Es handelt sich hierbei um ein System, das enzymatisch
15 abläuft. Als Beispiel kann hier das Luciferin-LuciferaseSystem genannt werden.

In einer bevorzugten Ausführungsform sind in der Mischung als Leuchtbakterien *Photobacterium phosphoreum*,
20 *Vibrio fischeri*, *Vibrio harveyi*, *Pseudomonas lucifera* oder *Beneckea* enthalten. Es ist auch möglich, eine Mischung aus mindestens zwei daraus zu wählen.

Die Mischkultur enthält einen Anteil an
25 Mikroorganismen, insbesondere Bakterien die der Sauerstoffproduktion durch Photosynthese, durch Ladungstrennung und Oxidation dienen. Andere Mikroorganismen, wie beispielsweise Archaea dienen dem
fazilen Elektronentransfer der Reduktion und weitere
30 Mikroorganismen, wie beispielsweise Schleimpilze schützen die Mischkultur und dienen zudem zur Abgabe von phosphorisierendem Licht. Es ist anzunehmen, dass es in der Nähe der katalytischen Oberfläche zu einem ständigen Wechsel zwischen Oxidation und Reduktion kommt.

Der Mechanismus der mit dem erfindungsgemäßen Verfahren durchgeführten Wasserreinigung ist noch nicht ganz aufgeklärt. Es wird aber angenommen, dass während des Reinigungsprozesses die Mikroorganismen an der katalytisch wirkenden Umgebung, z.B. den katalytisch wirkenden Oberflächen, vorbeigeführt werden und dort katalytisch angeregt werden. Es ist davon auszugehen, dass es sich hierbei um einen photokatalytischen Vorgang handelt, wobei es durch Zusammenwirken der Mischkultur und der photokatalytisch wirksamen Auskleidung zu einem photodynamischen Aufbau organischer Substanzen kommen kann.

Eine Variante des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, dass bei Einstrahlung von Licht, wie Tageslicht, auch ohne Mikroorganismen gearbeitet werden kann. Es kann angenommen werden, dass auch die katalytische Umgebung, beispielsweise die katalytische Oberfläche, durch photokatalytische Intervention die Wasserreinigung bewirkt. Die Anmelderin behält sich vor, zu einem späteren Zeitpunkt darauf möglicherweise eine Ausscheidungsanmeldung zu richten.

Zur Optimierung der in dem erfindungsgemäßen Verfahren verwendeten mikrobiologischen Zusammensetzung können weitere Bestandteile darin enthalten sein. Vorzugsweise sind solche Nebenbestandteile Pflanzenextrakte, Enzyme, Spurenelemente, Polysaccharide, Alginderivate, andere Mikroorganismen wie oben. Die Nebenbestandteile können einzeln oder in Kombination in der mikrobiologischen Zusammensetzung vorliegen. Die Pflanzenextrakte können beispielsweise Spitzwegerich, Hopfen, etc., enthalten.

Als Nährlösung für die mikrobiologische Zusammensetzung wird im Allgemeinen eine Lösung

verwendet, die dazu beiträgt, dass die darin enthaltenden Bestandteile, insbesondere die Mikroorganismen, ohne weiteres darin leben können. Dabei kommt es insbesondere darauf an, dass die Wechselwirkung der
5 Photosynthesebakterien und der Leuchtbakterien vollständig zum Tragen kommt. Es hat sich erwiesen, dass eine biologische Nährlösung mit Melasse, insbesondere Rohzuckermelasse oder Zuckerrübenmelasse als Hauptbestandteil geeignet ist.

10

Die photosynthetisch arbeitenden Mikroorganismen und die Leuchtbakterien liegen in der erfindungsgemäßen mikrobiologischen Zusammensetzung normalerweise in einem Verhältnis von 1 : 10 bis 1 : 500 vor. Ein bevorzugtes
15 Verhältnis ist 1 : 100.

Die Menge der im erfindungsgemäßen Verfahren eingesetzten Lösung der Mischkultur ist keinen besonderen Einschränkungen unterworfen. Sie hängt unter anderem auch
20 davon ab, wie stark und womit das behandelnde Wasser belastet ist.

Die vorbeschriebenen Komponenten werden homogenisiert, so dass als erstes Zwischenprodukt des
25 erfindungsgemäßen Verfahrens eine mikrobiotische Kultur vorliegt, deren Anteil eine Abhängigkeit vom zu behandelnden Wasser eingestellt werden. Gegebenenfalls wird die Mischkultur für einen späteren Gebrauch eingefroren oder im Vakuum unter Dehydratisierung
30 lyophilisiert.

Die Dehydratisierung ist ein weit verbreitetes Verfahren zur schonenden Trocknung und Konservierung empfindlicher Güter. Die Trocknungsparameter werden so
35 eingestellt, dass keine Schädigung der Mikroorganismen erfolgt. Bei Vorversuchen zeigte es sich, dass eine

Abkühlungsrate mit mehr als 30°C pro Minute, vorzugsweise etwa 40°C pro Minute oder schneller optimal ist, um einer Schädigung der Mikroorganismen vorzubeugen.

5 Durch diesen Trocknungsschritt werden die die Zellen der Mikroorganismen umgebenden extrazellulären polymeren Substanzen (EPS) dehydratisiert, so dass die schleimige EPS-Schicht eingedickt wird und eine Schutzschicht bildet, die während des Gefriervorganges die
10 Mikroorganismen schützt.

Es hat in der Praxis als sehr günstig erwiesen, wenn das zu reinigende Wasser gerührt wird, um auf diese Weise zu gewährleisten, dass das zu reinigende Wasser und die
15 Mikroorganismen in ihrer Gesamtheit mit der katalytisch wirkenden Umgebung in Kontakt geraten. Hier bleibt es dem Anwender überlassen, kontinuierlich oder diskontinuierlich zu rühren. Das Rühren kann mit üblichen Rührvorrichtungen erfolgen, beispielsweise mit einem Stab
20 oder einem mit einem Motor angetriebenen Rührer.

Das erfindungsgemäße Verfahren ist erfolgreich auf dem Gebiet zur Reinigung von Abwässern einzusetzen. So können beispielsweise Pumpensümpfe und Gewässer in
25 Kläranlagen gereinigt werden.

So kann das erfindungsgemäße Verfahren kann auch unbedenklich zur Herstellung von Trinkwasser aus stark verunreinigten bzw. kontaminierten Gewässern eingesetzt
30 werden. Allerdings sollten dann die Mikroorganismen auf herkömmliche Weise über Membranen abgetrennt werden.

Die vorteilhafte Wirkung des erfindungsgemäßen Verfahrens soll anhand der einzigen beigefügten Figur
35 erläutert werden. Diese zeigt die Sauerstoffkonzentration in einem mit belasteten Abwasser gefüllten Behälter, das

über mehrere Tage nach dem erfindungsgemäßen Verfahren behandelt ist.

Erfindungsgemäß ist der Behälter mit einer
5 photokatalytisch wirksamen Schicht ausgekleidet, die
beispielsweise aus einer Titandioxid enthaltenden Keramik
besteht. Diese Keramik wird in Form von Fliesen - ähnlich
wie in einem Bad - aufgebracht und ist entsprechend
einfach verarbeitbar. In diesem ausgekleideten Behälter
10 wurde organisch belastetes Abwasser eingefüllt und zu
Versuchsbeginn mit einer erfindungsgemäßen
mikrobiotischen Lösung versetzt. Wie vorstehend
ausgeführt, enthält diese Mischkultur einen Anteil an
lichtemittierenden Mikroorganismen und einen Anteil an
15 photosynthetisch wirksamen Mikroorganismen. Das Diagramm
zeigt, dass der Sauerstoffgehalt sehr schnell - innerhalb
der ersten beiden Tage - abfällt und dann langsam auf ein
Niveau ansteigt, das höher als zu Versuchsbeginn ist. Der
anfängliche starke Abfall der Sauerstoffkonzentration
20 liegt daran, dass zunächst die toxischen Bestandteile
durch die Mikroorganismen abgebaut werden müssen. Nach
dem weitgehenden Abbau dieser toxischen Bestandteile
steigt der Sauerstoffgehalt aufgrund des Abbaus der
organischen Bestandteile und der damit einhergehenden
25 Produktion von Sauerstoff an, bis er ein weitgehend
konstantes Niveau erreicht. Eine visuelle Begutachtung
des Abwassers zeigt, dass dieses gegenüber dem
anfänglichen trüben Zustand durch den Abbau der
organischen Bestandteile wesentlich klarer geworden ist.

30

Die Oxidation der organischen Bestandteile wird durch
die photokatalytische Wirkung der Auskleidung des
Behälters unterstützt, über die im Grenzflächenbereich
eine zusätzliche Oxidation der organischen Verbindungen
35 zu H_2O , CO_2 , HCl , N_2 erfolgt. Die photokatalytische

Wirkung der Auskleidung ist natürlich besonders gut, wenn das behandelte Abwasser mit Licht beaufschlagt ist.

Lässt man die Mikroorganismen weg, so erfolgt der
5 Abbau der toxischen Bestandteile wesentlich langsamer, d. h. der Abfall der Sauerstoffkonzentration im Abwasser verläuft wesentlich flacher als bei dem dargestellten Diagramm.

10 Prinzipiell lässt sich die vorteilhafte Wirkung des erfindungsgemäßen Verfahrens auch dann nachweisen, wenn der Behälter gegenüber dem Tageslicht oder sonstigen Lichtquelle abgedeckt wird - offenbar reicht die Wirkung der lichtemittierenden Bakterien aus, um den Abbau der
15 organischen Bestandteile über die Mikroorganismen und die photokatalytische Wirkung der Auskleidung zu ermöglichen.

Es hat sich herausgestellt, dass sich das Redoxpotential von mehr als 700 mV bei belasteten
20 Gewässern mit dem erfindungsgemäßen Verfahren auf einen Bereich von 350 - 400 mV erhöhen lässt. Nach Abtrennung der Mikroorganismen über eine Membran könnte dann durch Zusatz von Ozon und Chlor in Minimalmengen das restliche Redoxpotential auf $> + 800$ mV gesetzt werden.

25

Wie bereits oben ausgeführt wurde, ist das erfindungsgemäße Verfahren auch mit Vorteil zur Reinigung von Gewässern in öffentlichen und privaten Einrichtungen geeignet. Dazu zählen beispielsweise Schwimmbecken,
30 Brunnen, etc. Die mit Algen verschmutzten Gewässer lassen sich ohne weiteres schnell und effektiv mit dem erfindungsgemäßen Verfahren reinigen. So können auch mit Schadstoffen kontaminierte Gewässer, die nicht in die Kläranlagen geraten, gereinigt werden. Dazu gehören
35 beispielsweise Abwässer aus der Landwirtschaft, wie Pferdekanäle etc.

Wie vorstehend beschrieben wurde, kann mit dem erfindungsgemäßen Verfahren effektiv Wasser gereinigt werden, ohne dass ein besonderer apparativer Aufbau notwendig
5 ist. Das Verfahren ist umweltschonend und unschädlich für die damit arbeitenden Personen.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Reinigung von Wasser, dadurch
5 gekennzeichnet, dass dem Wasser in einer katalytisch
wirkenden Umgebung eine Lösung, die einen Anteil
einer mikrobiotischen Mischkultur enthält, zugegeben
wird.
- 10 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,
dass die katalytisch wirkende Umgebung von
katalytisch wirksamen Oberflächen verursacht wird.
- 15 3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
dass als katalytisch wirksame Oberfläche eine mit
Katalysatorsubstanzen dotierte Keramik- oder
Polymeroberfläche verwendet wird.
- 20 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet,
dass als Katalysatorsubstanzen organische und oder
anorganische Katalysatorverbindungen verwendet
werden.
- 25 5. Verfahren nach Anspruch 3 oder Anspruch 4, dadurch
gekennzeichnet, dass in der Keramikoberfläche
Titandioxid (TiO₂) enthalten ist.
- 30 6. Verfahren nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet,
dass als Keramikoberfläche eine Fliese verwendet
wird.
- 35 7. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis
6, dadurch gekennzeichnet, dass die Mischkultur
photosynthetisch arbeitende Mikroorganismen und
Leuchtbakterien in einer biologischen Lösung enthält.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet,
dass in der Mischung als fakultativ phototrophe
Mikroorganismen Prochlorophyten, Cyanobakterien,
grüne Schwefelbakterien, Purpurbakterien,
5 Chloroflexusähnliche Formen und Heliobakterium und
Heliobacillusähnliche Formen sowie Mischungen aus
zwei oder mehr daraus enthalten sind.
9. Verfahren nach Anspruch 7 oder 8, dadurch
10 gekennzeichnet, dass in der Mischung als
Leuchtbakterien Photobacterium phosphoreum, Vibrio
fischeri, Vibrio harveyi, Pseudomonas lucifera oder
Beneckea oder Mischungen aus mindestens zwei daraus
enthalten sind.
- 15 10. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis
9, dadurch gekennzeichnet, dass die Lösung als
Nebenbestandteile Pflanzenextrakte, Enzyme,
Spurenelemente, Polysaccharide, Alginderivate, andere
20 Mikroorganismen, entweder einzeln oder in
Kombination, enthält.
11. Verfahren nach mindestens einem der vorangegangenen
Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das zu
25 reinigende Wasser kontinuierlich oder
diskontinuierlich gerührt wird.
12. Anwendung des Verfahrens nach mindestens einem der
Ansprüche 1 bis 11 zur Reinigung von Abwässern.
- 30 13. Anwendung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet,
dass Pumpensümpfe und Gewässer in Kläranlagen
gereinigt werden.

14. Anwendung des Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 11 zur Reinigung von Gewässern in öffentlichen und privaten Einrichtungen.
- 5 15. Anwendung nach Anspruch 14 zum Entfernen von Algen.

